

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-067307  
(43)Date of publication of application : 05.03.2002

(51)Int.Cl. B41J 2/045  
B41J 2/055  
B41J 2/16

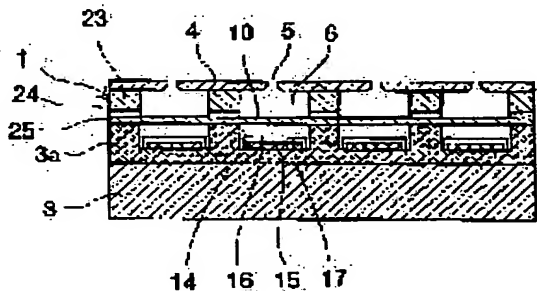
(21)Application number : 2000-254077 (71)Applicant : RICOH CO LTD  
(22)Date of filing : 24.08.2000 (72)Inventor : HASHIMOTO KENICHIRO

(54) LIQUID DROP JET HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid drop jet head which reduces variation in thickness of a vibration plate at a low cost and makes high quality printing possible.

SOLUTION: Young's modulus of an active layer substrate 25 of a SOI substrate constituting a vibration plate 10 is made smaller in crosswise direction of the vibration plate 10 than in lengthwise direction. The active layer substrate 25 is of silicon substrate oriented to crystal face direction (100), and crystal axis direction <001> of the active layer substrate is nearly aligned with the crosswise direction of the vibration plate 25.



LEGAL STATUS

- [Date of request for examination]
- [Date of sending the examiner's decision of rejection]
- [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
- [Date of final disposal for application]
- [Patent number]
- [Date of registration]
- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-67307

(P2002-67307A)

(43) 公開日 平成14年3月5日(2002.3.5)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 4 1 J 2/045  
2/055  
2/16

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

テーム\* (参考)

1 0 3 A 2 C 0 5 7  
1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-254077(P2000-254077)

(22) 出願日 平成12年8月24日(2000.8.24)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 橋本 憲一郎

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(74) 代理人 230100631

弁護士 稲元 富保

Fターム(参考) 2C057 AF23 AF42 AF99 AG54 AG55

AP02 AP22 AP34 AQ02 BA04

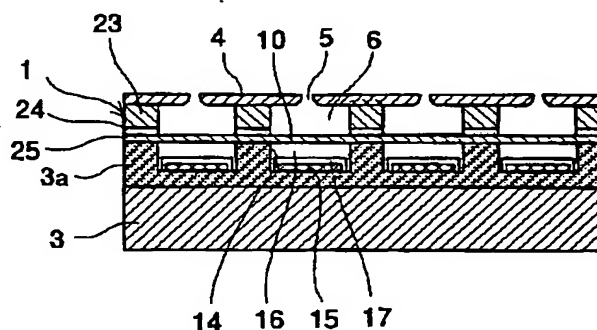
BA15

(54) 【発明の名称】 液滴吐出ヘッド

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 低コストで振動板の厚さバラツキを低減し、  
高品質印字が可能な液滴吐出ヘッドを提供する。

【解決手段】 振動板10を形成するSOI基板の活性  
層基板25は振動板10短手方向のヤング率が振動板長  
手方向のヤング率より小さくした。ここで、活性層基板  
25が結晶面方位(100)のシリコン基板であり、こ  
の活性層基板25の結晶軸<001>方向と振動板10  
の短手方向とを略一致させた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する吐出室と、この吐出室の壁面を形成する振動板とを有し、この振動板をベース基板と活性層基板とを貼り合わせたSOI基板から形成した液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板を形成する活性層基板は振動板短手方向のヤング率が振動板長手方向のヤング率より小さいことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項2】 請求項1に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記活性層基板が結晶面方位(100)のシリコン基板であり、この活性層基板の結晶軸<001>方向と振動板短手方向とが略一致していることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項3】 請求項1に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記活性層基板が結晶面方位(110)のシリコン基板であり、この活性層基板の結晶軸<001>方向と振動板短手方向とが略一致していることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項4】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する吐出室と、この吐出室の壁面を形成する振動板とを有し、この振動板をベース基板と活性層基板とを貼り合わせたSOI基板から形成した液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板の厚さの3乗と前記振動板の短手方向のヤング率の積が $4.5 \times 10^{14}$  [dyn・cm] 以上であり、前記活性層基板の振動板短手方向のヤング率が振動板長手方向のヤング率より大きいことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項5】 請求項4に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記活性層基板が結晶面方位(100)のシリコン基板であり、この活性層基板の結晶軸<011>方向と振動板短手方向とが略一致していることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項6】 請求項4に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記活性層基板が結晶面方位(110)のシリコン基板であり、この活性層基板の結晶軸<1-11>方向と振動板短手方向とが略一致していることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は液滴吐出ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来のインクジェットヘッドとしては、圧電素子などの電気機械変換素子を用いて吐出室の壁面を形成している振動板を変形変位させることでインク滴を吐出させるピエゾ型のもの、吐出室内に配設した発熱抵抗体を用いてインクの膜沸騰でバブルを発生させてインク滴を吐出させるバブル型のもの、吐出室の壁面を形成する振動板(又はこれと一体の電極)と電極を用いて静電力で振動板を変形変位させることでインク滴を吐出

させる静電型のものなどがある。

【0003】 ここで、特に静電力で振動板を変形させる静電型インクジェットヘッドにおいては、振動板の機械的変形特性はインク吐出特性に大きく影響するので、振動板の厚みを高精度に制御する必要がある。そこで、従前は、シリコン(Si)基板のエッチング時間を管理してエッチングすることで、所要厚みの振動板を形成する方法が用いられていたが、インクジェットヘッドの小型高性能化が進むにつれて、振動板の更なる薄膜化による高精度の厚み精度が要求されるようになり、エッチング時間を管理するだけでは高精度の振動板を形成することが困難になった。

【0004】 そこで、特開平9-216360公報や特開平10-44406公報に記載されているように、ベース基板と活性層基板という2枚のシリコン基板の片方又は両方の貼り合わせ面に酸化膜を形成して貼り合わせたSOI(Silicon on Insulator)基板を用いて、活性層基板を研磨して振動板厚さにし、ベース基板側の面よりエッチングを行い、ベース基板側の酸化膜でエッチレートが低下することによりエッチングストップすることを用いて振動板を形成するものが提案されている。

【0005】 このようにSOI基板を用いて振動板を形成することにより、酸化膜でエッチングストップするので、振動板の厚さはSOI基板の活性層の厚さとなり、エッチング時間や温度など左右されずに均一な厚さの振動板を形成することができ、活性層基板の厚さ精度の向上によって振動板の厚さをバラツキが $\pm 0.5 \mu\text{m}$ の範囲内で制御することが可能になっている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 インクジェットヘッドにおいては、高速、高精細記録の要請に応えるために、ノズル、吐出室及び振動板などを高密度に配置しなければならなくなっている。このようなヘッドの高密度化に伴って振動板の幅を小さくしなければならなくなっており、所要の変位特性を確保するために振動板の厚さを薄くしなければならない。

【0007】 ところで、上述したようにSOI基板の活性層を用いて振動板を形成する場合、活性層基板を薄くすることによって振動板の厚さを薄くすることができるが、活性層の厚さ精度(バラツキ)は活性層基板の研磨精度によるので、活性層の厚さに係らず、厚さ精度は $\pm 0.5 \mu\text{m}$ が限界である。

【0008】 すなわち、活性層基板の厚さ精度は活性層基板の厚さによらずに絶対値で決まることになり、活性層基板を薄くして振動板の厚さを薄くするほど、振動板の厚さに対するばらつきの比は大きくなってしまふことになる。

【0009】 このように振動板の厚さに対するばらつきの比が大きくなった場合、インクジェットヘッドにおける振動板変位特性やインク滴吐出特性(滴体積、滴速

度)は振動板の厚さに大きく依存しているので、振動板の厚さのバラツキが大きいと滴吐出特性にバラツキが生じて印字品質が低下することになる。しかしながら、SOI基板を用いた場合には厚さ精度 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ が限界であるために、振動板を薄くしつつバラツキを小さくするということができない。

【0010】また、インクジェットヘッドにおいては、高画質化のために高粘性のインクを用いるものがある。この高粘性のインク滴を吐出させるためには、大きな吐出力を発生する振動板が必要となるので、振動板として

10 厚さの厚いものが必要となる。  
【0011】上述したようにSOI基板の活性層で振動板を形成する場合、振動板の厚さとなる活性層基板の厚さをモニタして、振動板厚さを制御することになる。SOI基板の活性層基板の厚さ測定には、一般に高精度で測定効率のよい光干渉式膜厚測定器が用いられているが、この測定器では活性層基板の厚さが厚くなると光が透過しなくなって測定できなくなる。

【0012】したがって、活性層基板が厚くなると厚さ精度の良いSOI基板を作製することができなくなり、厚さ精度の良い厚い振動板をSOI基板から作製することができなくなる。すなわち、高品質印字を行うために用いる高粘性インクを吐出できる大きな力を発生する厚い振動板を精度良く作製することができない。

【0013】本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、低コストで高品質印字が可能な液滴吐出ヘッドを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、振動板を形成するSOI基板の活性層基板は振動板短手方向のヤング率が振動板長手方向のヤング率より小さい構成としたものである。

【0015】ここで、活性層基板が結晶面方位(100)のシリコン基板であり、この活性層基板の結晶軸<001>方向と振動板短手方向とが略一致していることが好ましい。また、活性層基板が結晶面方位(110)のシリコン基板であり、この活性層基板の結晶軸<001>方向と振動板短手方向とが略一致していることが好ましい。

【0016】本発明に係る液滴吐出ヘッドは、振動板の厚さの3乗と振動板の短手方向のヤング率の積が $4.5 \text{ E}14 [\text{dyn} \cdot \text{cm}]$ 以上であり、SOI基板の活性層基板の振動板短手方向のヤング率が振動板長手方向のヤング率より大きい構成としたものである。

【0017】ここで、活性層基板が結晶面方位(100)のシリコン基板であり、この活性層基板の結晶軸<011>方向と振動板短手方向とが略一致していることが好ましい。また、活性層基板が結晶面方位(110)のシリコン基板であり、この活性層基板の結晶軸<111>方向と振動板短手方向とが略一致していることが

好ましい。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明を適用した静電型インクジェットヘッドの分解斜視説明図、図2は同ヘッドの透過状態で示す上面説明図、図3は同ヘッドの振動板長手方向に沿う模式的断面説明図、図4は同ヘッドの振動板短手方向に沿う模式的断面説明図である。

【0019】このインクジェットヘッドは、第一基板である流路基板1と、流路基板1の下側に設けた第二基板である電極基板3と、流路基板1の上側に設けた第三基板であるノズル板4とを重ねて接合した積層構造体であり、これらにより、複数のノズル5、各ノズル5が連通するインク流路である吐出室6、吐出室6に流体抵抗部7を介して連通する共通液室8などを形成している。

【0020】この流路基板1には、後述するように、結晶面方位(110)のシリコン基板からなるベース基板23と結晶面方位(100)のシリコン基板からなる活性層基板25とを熱酸化膜24を介して貼り合わせたSOI基板を用いて、吐出室6及びこの吐出室6の底部となる壁面を形成する振動板10、各吐出室6を隔てる隔壁11を形成する凹部、共通液室8を形成する凹部などを形成している。

【0021】ここで、この流路基板1となるSOI基板は、結晶面方位(110)のベース基板23の結晶軸方向<111>と結晶面方位(100)の活性層基板25の結晶軸方向<001>とを一致させることで、結晶面方位(100)のシリコン基板25の結晶軸<001>方向と振動板短手方向とを略一致させている。

30 【0022】このような流路基板1は、ベース基板23側からKOH、TMAH、EDP、LiOHなどのアルカリ液による異方性エッチングを施すことにより、吐出室6、共通液室8、活性層基板25からなる振動板10などを形成することにより得られる。なお、異方性エッチングは熱酸化膜24に達したところでエッチングストップするので、振動板10の厚さは活性層基板25の厚さで制御できる。

【0023】電極基板3には、凹部14を形成して、この凹部14の底面に振動板10に所定のギャップ16を置いて対向する電極15を形成し、この電極15と振動板10によって、振動板15を変位させて吐出室6の内容積を変化させるアクチュエータ部を構成している。この電極基板3の電極15上には振動板10との接触によって電極15が破損するのを防止するためのシリコン酸化膜( $\text{SiO}_2$ )などの絶縁層17を成膜している。なお、電極15を電極基板3の端部付近まで延設して外部駆動回路と接続手段を介して接続するための電極パッド部15aを形成している。

【0024】この電極基板3は、酸化膜3aなどを形成したシリコン基板上に、HF水溶液などでエッチングに

より凹部14を形成し、この凹部14に窒化チタンなどの高耐熱性を有する電極材料をスパッタ、CVD、蒸着などの成膜技術で所望の厚さに成膜し、その後、フォトリソを形成してエッチングすることにより、凹部14にのみ電極15を形成したものである。この電極基板3と流路基板1とは陽極接合、直接接合などのプロセスで接合している。

【0025】ここでは、電極15は、シリコン基板に厚さ2μmで形成した酸化膜3aにエッチングで形成した深さ0.4μmの凹部14内に酸化シリコン/窒化チタン積層膜をCVD/スパッタリングで0.2μmの厚さに形成している。したがって、このヘッドにおいては、電極基板3と流路基板1とを接合した後のギャップ16の長さ(振動板10と電極15との間隔)は、0.2μmとなっている。

【0026】また、ノズル板4は、厚さ50μmのステンレス材(SUS)を用いて、ノズル5、液体抵抗部7及び共通液室8へ外部からインクを供給するためのインク供給口19を形成している。

【0027】このインクジェットヘッドにおいては、振\*20

$$Fe = (\epsilon_0 / 2) \{ V / (g - \delta) \}^2 \quad \dots\dots(1)$$

【0030】この(1)式から分かるように、振動板10の変位量が大きくなって個別電極15に近づくほど、静電気力Feは急激に大きくなることが分かる。

【0031】また、振動板10をバネとみなしたときの単位面積当たりの復元力Fkは振動板15の変位量δに比例し、振動板10のヤング率をEは、振動板10の厚さをh、振動板10の短辺幅(短手方向幅)をa、振動板10の最大変位量をδ、ポアソン比をνとしたとき、

次の(2)式で示される。

【0032】

【数2】

$$Fk = 32Eh^3 \delta / [(1 - \nu^2)a^4] \quad \dots(2)$$

【0033】したがって、振動板10と個別電極15との間に電圧を印加すると、(1)式で示される静電気力Feと、(2)式で示される振動板10のバネ力Fkとが釣り合う位置に振動板10は変位する。このとき、振動板10の変位量δは、上記(2)式から分かるよう、

振動板10の長辺幅(長手方向幅)よりも短辺幅(短手方向幅)が支配的となる。

【0034】また、前述したように、振動板10をSOI基板の活性層基板25で形成する場合、活性層基板25の厚さ精度は貼り合わせ基板の研磨精度によるので、振動板10の厚さhの制御性は活性層基板25の厚さに依存せず±0.5μmが限界であり、振動板10の厚さhが薄くなるほど振動板10の厚さhに対するばらつきの比は大きくなってしまふ。

【0035】そこで、上述した(2)式から分かるよう

\* 動板10をGNDとして、第一電極を兼ねた振動板10と第二電極である電極15の間に例えば10~35Vのパルス電位を印加することで、電極15がプラス電位に帯電して、振動板10の表面にマイナス電荷が誘起され、電極間(振動板10と電極15との間)の静電引力で振動板10が電極15側に変形し、吐出室6内にインクが充填される。続いて、電極15の電圧印加をOFFにすると、電極間に蓄積された電荷の放電に伴ない振動板10が吐出室6側に復元する。その際、吐出室6内に急激な体積変化/圧力変化が生じ、充填されたインクがノズル5よりインク滴として吐出される。

【0028】このようなインクジェットヘッドにおいて、振動板10と個別電極(電極15)と間に電圧を印加して振動板10が変位したとき、振動板10に作用する単位面積当たりの静電気力Feは、印加電圧をV、振動板10と個別電極15との間の距離をg、振動板15の最大変位量をδ、真空中の誘電率をε0としたとき、近似的に次の(1)式で表される。

【0029】

【数1】

に、ヤング率Eを小さくしてその分厚さhを厚くすることによって、振動板10の実質的なバネ定数を等価なものとする事ができる。このように振動板10の厚さhを厚くすることで、振動板10の厚さhに対するばらつきの比を小さくすることができる。

【0036】シリコン基板はヤング率に異方性があるため、振動板10となる活性層基板25の結晶軸方向と吐出室6の短手方向の角度を変化させることにより、ヤング率Eを調節することができる。なお、シリコン基板はポアソン比νにも異方性があるが、上記(2)式には、1/(1-ν<sup>2</sup>)という項が入っているので、ポアソン比νが変化しても、振動板10のバネ定数の変化は微小であり、振動板10のバネ定数に対してはヤング率Eが支配的となる。

【0037】以上の点から、本実施形態においては、前述したように、流路基板1となるSOI基板は、結晶面方位(100)の活性層基板25の結晶軸<001>方向と振動板短手方向とを略一致させている。

【0038】すなわち、結晶面方位(100)のシリコン基板にあっては、ヤング率は方向によって1.3e12~1.7e12[dyn/cm<sup>2</sup>]の範囲内で変化し、活性層基板25の結晶軸<001>方向で最小のヤング率1.3e12[dyn/cm<sup>2</sup>]となる。したがって、結晶面方位(100)の活性層基板25の結晶軸<001>方向と振動板短手方向とを略一致させることで、振動板短手方向でのヤング率が最小となり、その分振動板10を厚くすることができるので、振動板10の厚さバラツキの影響を小さくすることができる。

【0039】このように、振動板を形成する活性層基板は振動板短手方向のヤング率が振動板長手方向のヤング率より小さい構成とすることにより、振動板の厚さを厚くすることができ、振動板の厚さばらつきによる変位量のバラツキを小さくすることができ、滴吐出特性のバラツキの少ない液滴吐出ヘッドを得ることができ、高画質印字が可能になる。

【0040】この場合、活性層基板として結晶面方位(100)のシリコン基板を用いて、この活性層基板の結晶軸<001>方向と振動板短手方向とを略一致させることにより、容易に、振動板短手方向のヤング率が振動板長手方向のヤング率より小さい構成とすることができ、低コスト化を図れる。

【0041】なお、振動板短手方向のヤング率が振動板長手方向のヤング率より小さい構成とするには、活性層基板として結晶面方位(110)のシリコン基板を用いて、この活性層基板の結晶軸<001>方向と振動板短手方向とを略一致させてもよく、或いは、活性層基板として結晶面方位(110)のシリコン基板を用いて、この活性層基板の結晶軸<1-11>方向と振動板短手方向とを略一致させても良い。

【0042】次に、上記第1実施形態に係るインクジェットヘッドの製造方法について、図6をも参照して説明する。まず、同図(a)に示すように、結晶面方位(110)の厚さ500μmのベース基板23の表面に熱酸化膜24を例えば膜厚5000Åで成膜する。一方、結晶面方位(100)の活性層基板25を準備する。

【0043】そして、同図(b)に示すように、熱酸化膜24を形成したベース基板23と活性層基板25をそれぞれRCA洗浄したのち、これらの基板23、25を熱酸化膜24を介して貼り合わせる。このとき、活性層基板25の結晶軸<001>方向と、後にベース基板23の異方性エッチングにより形成する吐出室6の振動板短手方向とを略一致させて貼り合わせる。

【0044】この結晶面方位(110)のベース基板23に形成される吐出室6の振動板短手方向とは、結晶軸方向では<-111>方向である。したがって、換言すると、結晶面方位(110)のベース基板23の結晶軸<-111>方向と、結晶面方位(100)の活性層基板25の結晶軸<001>方向とを略一致させて貼り合わせ、貼り合わせ基板26とする。

【0045】その後、1100℃の乾燥窒素雰囲気中で2時間アニールし、貼り合わせ基板26を得る。その結果、ベース基板23(現実には熱酸化膜24)と活性層基板25は強固に接合される。

【0046】次に、同図(c)に示すように、貼り合わせ基板26の活性層基板25側から活性層基板25の厚さが振動板厚さとする所定の厚さ(例えば厚さ2μm)になるように研磨する。その後、同図(d)に示すように、貼り合わせ基板26のベース基板23側の熱酸化膜

24をフッ酸により除去する。なお、熱酸化膜23は必ずしも除去する必要はない。

【0047】そして、同図(e)に示すように、この貼り合わせ基板26と電極15などを設けた電極基板3とを、例えば、減圧下においてプリボンドしたものを、1000℃、2時間の熱処理をすることにより、直接接合して積層部材27を得る。

【0048】次に、図6(a)に示すように、厚さ500μmのベース基板23を厚さ100μmまで研磨によって薄くした後、同図(b)に示すように積層部材27の全面にシリコン窒化膜28をLPCVDにより成膜し、ベース基板23に成膜されたシリコン窒化膜28上にレジストをコートし、露光、現像によって、吐出室6及び共通液室8のレジストパターンを形成する。このとき、電極基板3の電極15と吐出室6のパターンの位置が一致するようにIR光によりアライメントする。

【0049】続いて、同図(c)に示すように、レジストの開口部のシリコン窒化膜28をドライエッチングによりエッチング除去し、レジストを除去して、シリコン窒化膜28による流路パターンを形成する。

【0050】次いで、エッチング液としての25wt%の水酸化カリウム水溶液によって温度80℃にてベース基板23の異方性エッチングを行う。このエッチング液では結晶面方位(110)のエッチングは2.5μm/分の速さで進行する。同図(d)に示すように、ベース基板23aにエッチングが進行し熱酸化膜24に達すると、エッチングはストップし、凹部19が形成される。

【0051】続いて、露出している(凹部29の底面となっている。)熱酸化膜24をフッ酸で除去することにより、同図(e)に示すように、活性層基板25からなる振動板10が形成される。

【0052】なお、この場合、熱酸化膜24を必ずしも除去する必要はなく、インクに対する保護膜として用いることもでき、このときには振動板10は活性層基板25と熱酸化膜24の2層構造となる。

【0053】また、同図(e)に示すように、熱酸化膜24には、この熱酸化膜24を形成したベース基板23と活性層基板25から圧縮応力が働くので厚すぎると振動板10にたわみが生じることがある。この場合、フッ酸によって振動板10上の熱酸化膜24をエッチングして薄くしてもよい。保護膜としての耐久性確保と圧縮応力の影響を小さくすることを考えると、振動板10上の熱酸化膜24の厚さは500Å～振動板10の厚さの1/4の範囲が好ましい。

【0054】次いで、吐出室6を塞ぐようにノズル5を形成したノズル板4を流路基板1上に接合して、インクジェットヘッドを完成する。

【0055】ここでは、前述したように、結晶面方位(110)のベース基板23の結晶軸<-111>方向と結晶面方位(100)の活性層基板25の結晶軸<0

01>方向を略一致させて貼り合わせている。結晶面方位(100)のシリコン基板では、ヤング率は方向によって $1.3 \times 10^{12} \sim 1.7 \times 10^{12} [\text{dyn/cm}^2]$ と変化するので、活性層基板25の結晶軸<001>方向をベース基板23の結晶軸<-111>方向とを一致させて貼り合わせたときには、最小のヤング率 $1.3 \times 10^{12} [\text{dyn/cm}^2]$ が得られる。

【0056】なお、上記説明では、結晶面方位(110)のベース基板を用いた例で説明したが、ベース基板23に結晶面方位(100)のシリコン基板を用いることもできる。この場合には、ベース基板23に形成する吐出室6の振動板短手方向は結晶軸<011>方向となるので、結晶面方位(100)のベース基板23の結晶軸<011>方向と結晶面方位(100)の活性層基板25の結晶軸<001>方向を略一致させて貼り合わせることで、振動板短手方向のヤング率を振動板長手方向のヤング率より小さくすることができる。

【0057】また、結晶面方位(110)のベース基板23と結晶面方位(110)の活性層基板25とを用いることもできる。この場合には、結晶面方位(110)のベース基板23の結晶軸<-111>方向と結晶面方位(110)の活性層基板25の結晶軸<001>方向を略一致させて貼り合わせる。

【0058】すなわち、結晶面方位(110)のシリコン基板ではヤング率は方向によって $1.3 \times 10^{12} [\text{dyn/cm}^2] \sim 1.9 \times 10^{12} [\text{dyn/cm}^2]$ と変化し、結晶軸<001>方向では最小のヤング率 $1.3 \times 10^{12} [\text{dyn/cm}^2]$ となる。したがって、結晶面方位(110)のベース基板23の結晶軸<-111>方向と結晶面方位(110)の活性層基板25の結晶軸<001>方向を略一致させて貼り合わせることで、振動板短手方向でのヤング率が最小となる。

【0059】次に、本発明の第2実施形態に係る静電型インクジェットヘッドについて図7及び図8を参照して説明する。なお、図7は同ヘッドの振動板長手方向に沿う模式的断面説明図、図8は同ヘッドの振動板短手方向に沿う模式的断面説明図である。

【0060】このインクジェットヘッドにおいては、流路基板31として、結晶面方位(110)のシリコン基板からなるベース基板33と結晶面方位(100)のシリコン基板からなる活性層基板35とを熱酸化膜34を介して貼り合わせたSOI基板を用いて、吐出室6及びこの吐出室6の底部となる壁面を形成する振動板40、各吐出室6を隔てる隔壁11を形成する凹部、共通液室8を形成する凹部などを形成している。

【0061】ここで、この流路基板31となるSOI基板は、結晶面方位(110)のベース基板33の結晶軸方向<-111>と結晶面方位(100)の活性層基板35の結晶軸方向<011>とを一致させることで、結晶面方位(100)の活性層基板35の結晶軸<011>

>方向と振動板短手方向とを略一致させ、活性層基板35から振動板40を形成している。なお、その他の構成は前記第1実施形態と同様である。

【0062】ここで、前述したように、結晶面方位(100)のシリコン基板にあつては、ヤング率は方向によって $1.3 \times 10^{12} \sim 1.7 \times 10^{12} [\text{dyn/cm}^2]$ の範囲内で変化し、活性層基板35の結晶軸<011>方向で最大のヤング率 $1.7 \times 10^{12} [\text{dyn/cm}^2]$ となる。したがって、結晶面方位(100)の活性層基板35の結晶軸<011>方向と振動板短手方向とを略一致させることで、振動板短手方向でのヤング率が最大となる。

【0063】これによって、振動板の厚さの3乗と振動板の短手方向のヤング率の積が $4.5 \times 10^{14}$ 以上あり、振動板となるSOI基板の活性層基板のヤング率が振動板短手方向において振動板長手方向より大きくなり、薄い振動板であっても大きな力を発生することができ、高粘性のインクでも吐出することができて、高品質印字が可能になる。

【0064】すなわち、ベース基板と活性層基板とを貼り合わせた基板の活性層基板を研磨で薄くする場合、薄くなった活性層基板の厚さを測定する必要がある。この活性層基板の厚さは後に形成される振動板の厚さとなるので精度良く測定し、仕様に合わないものは除外あるいは再研磨しなければならない。この活性層基板の厚さ測定には、前述したように光干渉式膜厚測定が一般的に用いられ、精度良く効率的に測定することが可能であるが、光学的に測定するため、シリコン基板の場合、厚さが $7 \mu\text{m}$ 以上となると測定精度が低下し、 $10 \mu\text{m}$ 以上になると測定できなくなる。

【0065】したがって、例えば、前記第1実施形態のように、振動板短手方向を活性層基板25の結晶軸<001>方向に略一致させた場合、振動板のパネ定数を示す指数 $Eh^3$ は $4.5 \times 10^{14} [\text{dyn} \cdot \text{cm}]$ が最大となる。

【0066】ところが、インクジェットヘッドにおいては、高画質化のために高粘性のインクを用いた場合、振動板にはより大きな力が求められるため、振動板の厚さを大きくしなければならないが、振動板の厚さを厚くするために活性層基板を厚くすると、上述したように研磨後の活性層基板の厚さの測定ができなくなり、高粘性の異物を吐出できる厚さの厚い振動板を精度良く形成することが難しくなる。

【0067】そこで、厚い振動板が必要な場合には、この実施形態のようにベース基板33に対して形成される振動板35の短手方向のヤング率が大きくなる方向に活性層基板35を貼り合わせることで、振動板のパネ定数を示す指数 $Eh^3$ は $4.5 \times 10^{14} [\text{dyn} \cdot \text{cm}]$ 以上になり、厚さ測定が困難な厚い振動板と実質的に同じ力を発生させることができる薄い振動板35が得ら

10

20

30

40

50



れ、高粘性のインクを使用することができるようになる。

【0068】なお、後に形成される吐出室6の振動板短手方向と結晶面方位(110)の活性層基板35の結晶軸<1-11>方向とを略一致させて貼り合わせることでも、薄い振動板35であっても、厚さ測定が困難な厚い振動板と実質的に同じ力を発生させることができ、高粘性のインクを使用することができるようになる。

【0069】すなわち、結晶面方位(110)のシリコン基板では、ヤング率は方向によって $1.3 \times 10^{12}$  [dyn/cm<sup>2</sup>] ~  $1.9 \times 10^{12}$  [dyn/cm<sup>2</sup>] と変化し、結晶軸<1-11>方向では、ヤング率は最大の $1.9 \times 10^{12}$  [dyn/cm<sup>2</sup>] となる。したがって、振動板10が薄くてもより大きな力を出すことができる。

【0070】なお、上記実施形態においては、振動板の変位方向とインク滴吐出方向が同じになるサイドシュータタイプのインクジェットヘッドを例として説明したが、振動板の変位方向とインク滴吐出方向が直交する方向になる(この場合、第三基板は単なる蓋部材となる。) エッジシュータタイプのインクジェットヘッドにおいても適用することができる。

【0071】また、上記各実施形態においては本発明を静電型インクジェットヘッドの振動板形成に適用した例で説明したが、 piezo 型インクジェットヘッドにも同様に適用することができ、さらに、インク滴を吐出するインクジェットヘッド以外にも、例えば液体レジストを吐出するための液滴吐出ヘッドなどにも同様に適用することができる。

【0072】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、振動板を形成するSOI基板の活性層基板は振動板短手方向のヤング率が振動板長手方向のヤング率より小さい構成としたので、振動板を厚くすることができて振動板の厚さばらつきによる変位量のばらつきが低減し、吐出特性が安定し、低コストで高品質印字が可能な液滴吐出ヘッドが得られる。

【0073】ここで、活性層基板として結晶面方位(100)のシリコン基板を用いて、この活性層基板の結晶軸<001>方向と振動板短手方向とを略一致させることにより、容易に振動板短手方向のヤング率を振動板長手方向のヤング率より小さくすることができる。

【0074】また、活性層基板として結晶面方位(110)のシリコン基板を用いて、この活性層基板の結晶軸

<001>方向と振動板短手方向とを略一致させることにより、容易に振動板短手方向のヤング率を振動板長手方向のヤング率より小さくすることができる。

【0075】本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、振動板の厚さの3乗と振動板の短手方向のヤング率の積が $4.5 \times 10^{14}$  [dyn·cm] 以上であり、活性層基板の振動板短手方向のヤング率が振動板長手方向のヤング率より大きい構成としたので、薄い振動板で大きな力を発生させることができ、高粘度インクを吐出できるので、低コストで高品質印字が可能な液滴吐出ヘッドが得られる。

【0076】ここで、活性層基板として結晶面方位(100)のシリコン基板を用いることにより、この活性層基板の結晶軸<011>方向と振動板短手方向とを略一致させることにより、容易に活性層基板の振動板短手方向のヤング率を振動板長手方向のヤング率より大きくすることができる。

【0077】また、活性層基板として結晶面方位(110)のシリコン基板を用いていることにより、この活性層基板の結晶軸<1-11>方向と振動板短手方向とを略一致させることにより、容易に活性層基板の振動板短手方向のヤング率を振動板長手方向のヤング率より大きくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した静電型インクジェットヘッドの分解斜視説明図

【図2】同ヘッドの透過状態で示す上面説明図

【図3】同ヘッドの振動板長手方向に沿う模式的断面説明図

【図4】同ヘッドの振動板短手方向に沿う模式的断面説明図

【図5】同実施形態に係るヘッドの製造工程を説明する説明図

【図6】同ヘッドの製造工程を説明する説明図

【図7】本発明の第2実施形態に係るインクジェットヘッドの振動板長手方向に沿う模式的断面説明図

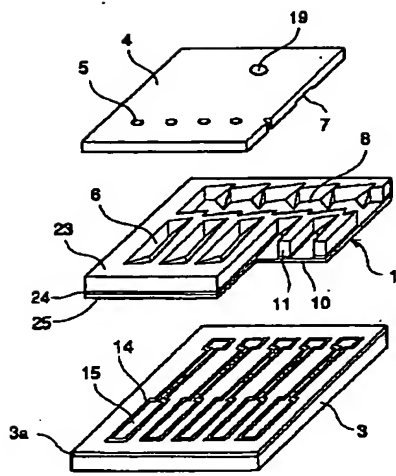
【図8】同ヘッドの振動板短手方向に沿う模式的断面説明図

【符号の説明】

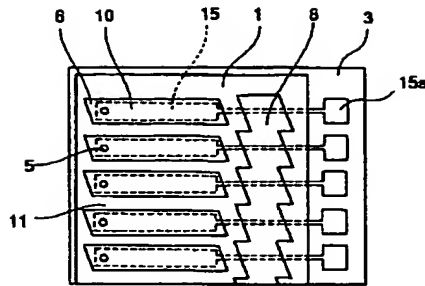
1…流路基板、3…電極基板、4…ノズル板、5…ノズル、6…吐出室、10、40…振動板、15…電極、23、33…ベース基板、24、34…熱酸化膜、25、35…活性層基板。



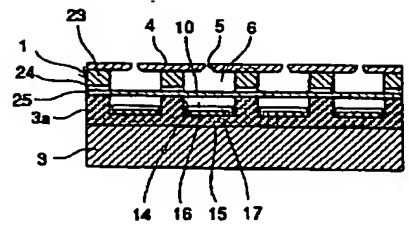
【図1】



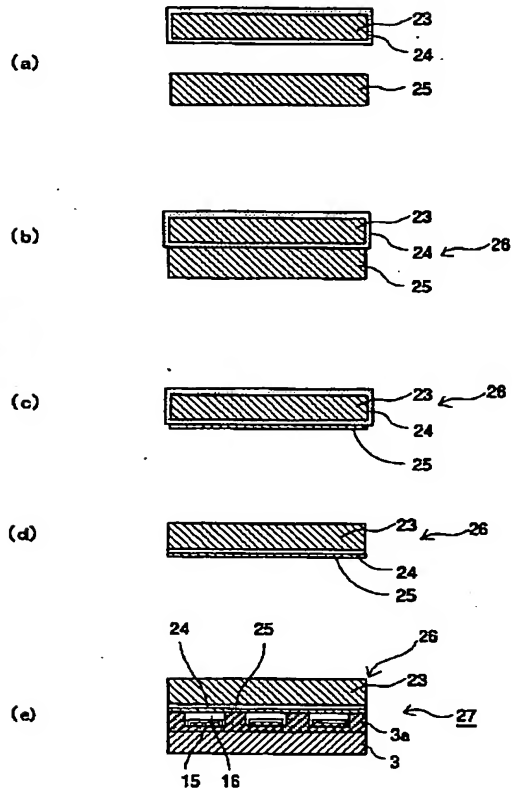
【図2】



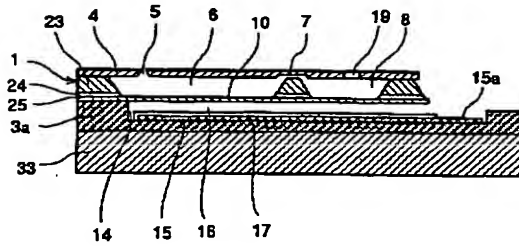
【図4】



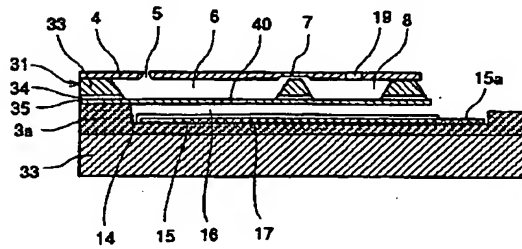
【図5】



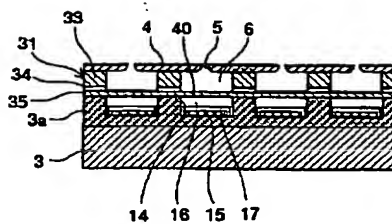
【図3】



【図7】



【図8】



【図6】

